



Emisi gas buang – Sumber tidak bergerak – Bagian 1: Penentuan kecepatan alir



Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Cara uji	1
4.1 Prinsip.....	1
4.2 Bahan	1
4.3 Peralatan	1
4.4 Pengukuran	2
4.5 Perhitungan	3
5 Jaminan mutu dan pengendalian mutu.....	4
Lampiran A Tabel tekanan uap air jenuh	5
Lampiran B Pelaporan	6
Bibliografi	7

Prakata

SNI Emisi gas buang - Sumber tidak bergerak - Bagian 1: Penentuan kecepatan alir ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi metode serta telah dikonsensuskan oleh Subpanitia Teknis Parameter Uji Kualitas Udara dari Panitia Teknis Sistem Manajemen Lingkungan (Panitia Teknis 207S).

Standar ini telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus dengan peserta rapat yang mewakili produsen, konsumen, ilmuwan, instansi teknis, pemerintah terkait dari pusat maupun daerah pada tanggal 5 – 6 Agustus 2004 di Jakarta.



Pendahuluan

Upaya pengendalian pencemaran udara meliputi pencegahan dan penanggulangan pencemaran serta pemulihan mutu udara. Langkah-langkah tersebut meliputi upaya pemantauan kualitas udara, identifikasi penyebab pencemaran udara dan pengendalian pada sumber pencemar. Upaya kegiatan pemantauan kualitas udara perlu di dukung oleh metoda standar yang sesuai dengan teknologi dan kemampuan peralatan pemantauan. Salah satu upaya pemantauan kualitas udara dari emisi gas buang sumber tidak bergerak adalah dengan melakukan pengukuran terhadap kadar total partikel yang didahului dengan penentuan kecepatan alir emisi gas buang dari cerobong.

Penentuan kecepatan alir gas buang ini dilakukan untuk mengukur tekanan dinamik, tekanan statik, komposisi gas buang dan berat per satuan volum gas buang. Kisaran pengukuran dalam standar ini tergantung dari kemampuan alat yang digunakan pada saat pemantauan.

Berdasarkan kenyataan di atas perlu disusun suatu metoda standar penentuan kecepatan alir gas buang yang dibakukan sebagai SNI.





Emisi gas buang – Sumber tidak bergerak – Bagian 1: Penentuan kecepatan alir

1 Ruang lingkup

Standar ini digunakan untuk menentukan kecepatan alir emisi gas buang sumber tidak bergerak.

Lingkup penerapan meliputi:

- a) Cara pengukuran tekanan dinamik dari aliran emisi gas buang sumber tidak bergerak.
- b) Cara pengukuran tekanan statik dari aliran emisi gas buang sumber tidak bergerak .
- c) Cara menentukan berat per satuan volum emisi gas buang sumber tidak bergerak.
- d) Cara menentukan kecepatan alir emisi gas buang sumber tidak bergerak.

2 Acuan normatif

JIS Z 8808.1995, *Methods of measuring dust concentration in flue gas*.

3 Istilah dan definisi

3.1 emisi

zat, energi, dan atau komponen lain yang dihasilkan dari kegiatan yang masuk atau dimasukkan ke udara ambien

3.2 kecepatan aliran gas

kecepatan aliran gas dalam cerobong yang ditentukan dari berat jenis gas dan pengukuran tekanan gas di dalam cerobong dengan menggunakan pipa pitot

4 Cara uji

4.1 Prinsip

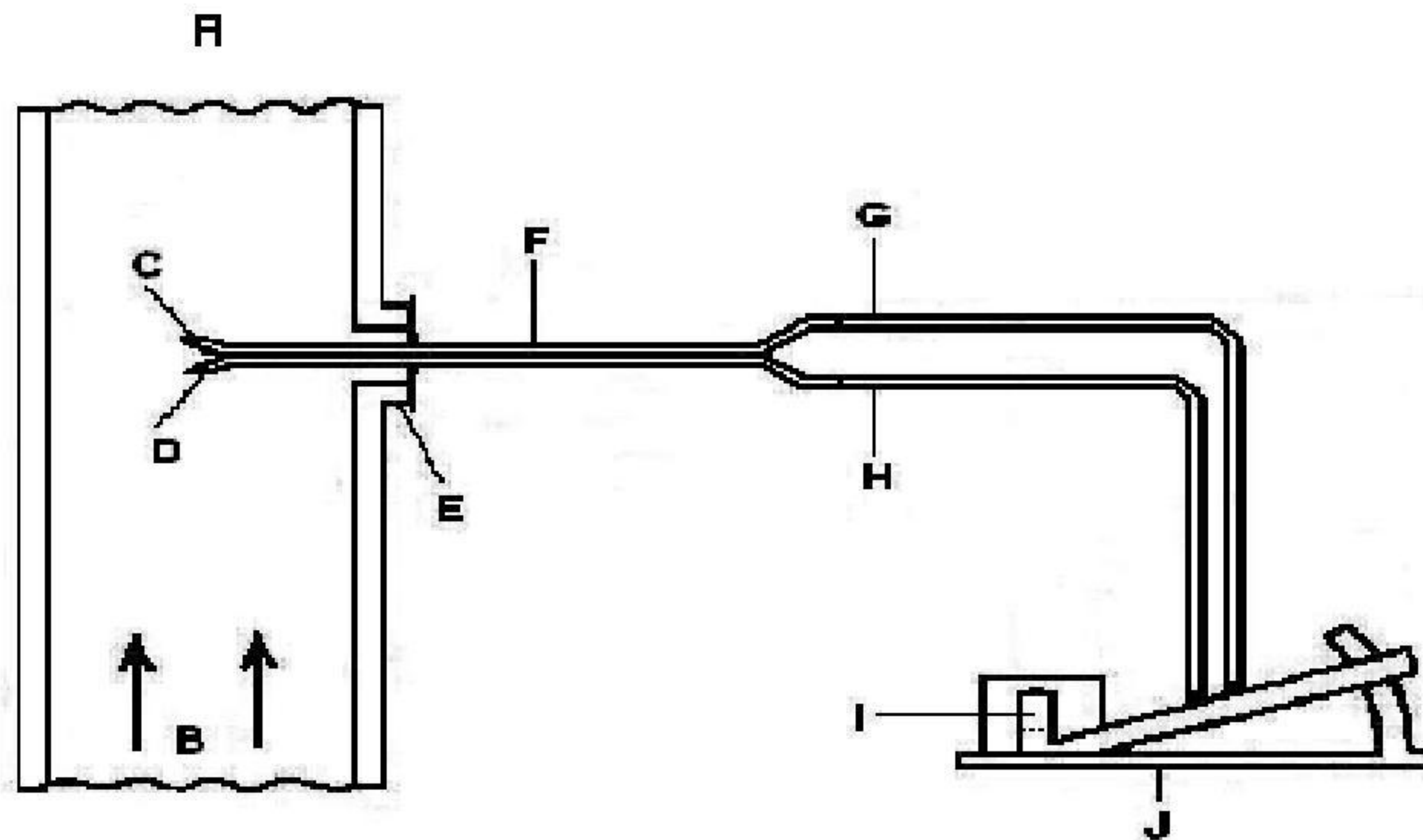
Penentuan kecepatan alir gas buang dilakukan dengan mengukur tekanan dinamik, tekanan statik, komposisi gas buang dan berat per satuan volum gas buang.

4.2 Bahan

- a) etanol atau cairan pengisi manometer;
- b) pewarna larutan.

4.3 Peralatan

- a) meteran dimensi panjang minimal 3 m;
- b) pipa pitot tipe S;
- c) *inclined* manometer;
- d) pipa karet/selang; dan
- e) termometer.



Keterangan gambar:

- A adalah penampang cerobong;
- B adalah aliran gas;
- C adalah lubang pengukuran tekanan statik;
- D adalah lubang pengukuran tekanan total;
- E adalah lubang pengambilan contoh uji;
- F adalah pipa pitot;
- G adalah selang penghubung pengukuran tekanan statik;
- H adalah selang penghubung pengukuran tekanan total;
- I adalah etanol;
- J adalah *inclined* manometer.

Gambar 1 Rangkaian alat ukur laju alir

4.4 Pengukuran

4.4.1 Pengukuran tekanan dinamik

Pengukuran dilakukan sesuai dengan metode penentuan lokasi dan titik lintas pengambilan contoh uji partikel dalam emisi gas buang sumber tidak bergerak sebagai berikut:

- a) Rangkai peralatan *inclined* manometer seperti pada Gambar 1. untuk pengukuran tekanan dinamik dan tekanan statik.
- b) Lakukan uji kebocoran aliran gas terhadap sambungan pipa/selang dengan cara meniup lubang pengukuran tekanan total (selang H) sehingga cairan yang ada dalam *inclined* manometer bergeser kemudian tutup dengan ibu jari. Lihat apakah terjadi penurunan permukaan cairan pada *inclined* manometer.

CATATAN Pastikan tidak terjadi penurunan cairan pada *inclined* manometer.

- c) tentukan tekanan dinamik pada kondisi atmosfer (pipa pitot berada di luar cerobong) dengan membaca permukaan cairan dalam manometer sebagai h_0 (mm) pada skala etanol.
- d) Masukkan pipa pitot sesuai titik-titik lintas pengukuran yang telah ditentukan.
- e) Catat tekanan dinamik dengan membaca permukaan cairan dalam *inclined* manometer sebagai h_1, h_2, \dots, h_n (mm).
- f) Catat besaran skala perbesaran *inclined* manometer serta ukur temperatur cairan *inclined* manometer yang digunakan.

- g) Hitung tekanan dinamik sebenarnya (mmH₂O) sesuai rumus sebagai berikut:

$$h_i = \frac{h_n - h_o}{\beta} \times \rho$$

dengan pengertian:

- h_i adalah tekanan dinamik pada tiap titik lintas (mmH₂O);
 β adalah skala pada *inclined* manometer (lihat pada skala *inclined* manometer);
 ρ adalah berat jenis cairan dalam *inclined* manometer (lihat pada tabel tekanan uap jenuh, sesuaikan dengan temperatur *inclined* manometer tercatat);
 h_n adalah tinggi cairan *inclined* manometer pada titik lintas n (mm)
 h_o adalah tinggi cairan *inclined* manometer pada titik nol (mm).

4.4.2 Pengukuran tekanan statik

- Lepaskan selang pada posisi total sehingga selang yang terpasang hanya yang menghubungkan pipa pitot pada posisi statik.
- Catat tekanan statik awal yaitu pada posisi tabung pitot berada di luar cerobong sebagai h_{s0} .
- Masukkan pipa pitot sesuai titik-titik lintas pengukuran yang telah ditentukan.
- Catat tekanan statik pada setiap titik-titik lintas pengukuran dengan membaca permukaan cairan pada manometer ($h_{s1}, h_{s2}, \dots, h_{sn}$).
- Hitung tekanan statik (mmHg) pada setiap titik pengukuran sesuai rumus sebagai berikut:

$$\Delta P_s = \frac{h_{sn} - h_{s0}}{\beta} \times \frac{\rho}{\rho_{Hg}}$$

dengan pengertian:

- ΔP_s adalah tekanan statik (mmHg);
 β adalah skala pada manometer;
 ρ adalah berat jenis cairan dalam manometer;
 ρ_{Hg} adalah berat jenis Hg (13,6);
 h_{sn} adalah tinggi cairan tekanan statik pada setiap titik pengukuran (mm);
 h_{s0} adalah tinggi cairan tekanan statik awal (mm).

4.5 Perhitungan

4.5.1 Berat per unit volum gas buang

Berat per unit volum gas buang dapat dihitung dari komposisi gas atau dari berat jenis gas buang yang ditentukan menurut rumus sebagai berikut:

$$\gamma = \gamma_o \times \frac{298}{273 + t_s} \times \frac{P_a + P_s}{760}$$

$$\gamma_o = \frac{1}{24,45 \times 100} \left[(M_1 X_1 + M_2 X_2 + M_n X_n) \left(1 - \frac{X_w}{100} \right) + 18 X_w \right]$$

dengan pengertian:

γ	adalah berat per satuan volum gas buang dalam cerobong (Kgf/m^3);
γ_o	adalah berat per satuan volum gas buang basah pada kondisi normal 25°C dan 760 mmHg ;
P_a	adalah tekanan atmosfer (mmHg);
P_s	adalah harga rata-rata tekanan statik gas buang di setiap titik lintas (mmHg) ($\Delta P_{s1} + \Delta P_{s2} + \dots + \Delta P_{sn}$)/ n ;
t_s	adalah temperatur rata-rata gas buang ($^\circ\text{C}$);
M_1, M_2, M_n	adalah berat molekul dari masing-masing komponen gas buang;
X_1, X_2, X_n	adalah persen volum masing-masing komponen gas buang (%);
X_w	adalah persen volum uap air dalam gas buang (%);
24,45	adalah konstanta 1 mol gas ideal pada temperatur 25°C , 760 mmHg ;
18	adalah berat molekul H_2O ;
100	adalah perhitungan dalam persen (%);
298	adalah konversi temperatur pada kondisi normal (25°C) ke dalam Kelvin;
273	adalah konversi temperatur pada kondisi normal (0°C) ke dalam Kelvin; dan
760	adalah tekanan udara standar (mmHg).

CATATAN 1 Apabila bahan bakar yang digunakan berupa padatan atau cairan dan dibakar dengan udara, maka nilai γ_o mendekati 1,3.

CATATAN 2 Nilai X_w diperoleh dari cara uji kadar uap air dalam emisi gas buang sumber tidak bergerak secara gravimetri.

CATATAN 3 Nilai M_1, M_2, M_n diperoleh dari cara uji konsentrasi CO , CO_2 , dan O_2 dalam emisi gas buang sumber tidak bergerak dengan peralatan otomatis.

4.5.2 Kecepatan alir gas buang dihitung pada setiap titik lintas pengukuran

$$v_i = c \sqrt{\frac{2 \times g \times h_i}{\gamma}}$$

dengan pengertian:

v_i	adalah kecepatan aliran gas buang pada tiap titik lintas (m/detik);
c	adalah koefisien tabung pitot;
h_i	adalah harga tekanan dinamik yang diukur menggunakan tabung pitot pada tiap titik lintas (mmH_2O);
γ	adalah berat per satuan volum gas buang dalam cerobong (kg/m^3);
g	adalah percepatan gravitasi sebesar $9,81 \text{ m/detik}^2$;
2	adalah konstanta rumus energi potensial.

5 Jaminan mutu dan pengendalian mutu

- Gunakan pipa pitot yang telah terkalibrasi.
- Gunakan cairan pengisi manometer berkualitas tinggi.

Lampiran A
(normatif)
Tabel Tekanan uap air jenuh

Tekanan Uap Air Jenuh (mmHg)							
Suhu (°C)	Pv		ρ etanol	Suhu (°C)	Pv		ρ etanol
	0	5			0	5	
0	4,6	4,8	0,809				
1	4,9	5,1	0,808	31	33,7	34,7	0,782
2	5,3	5,5	0,807	32	35,7	36,7	0,781
3	5,7	5,9	0,806	33	37,7	38,8	0,781
4	6,1	6,3	0,805	34	39,9	41,0	0,780
5	6,5	6,8	0,804	35	42,2	43,4	0,779
6	7,0	7,3	0,804	36	44,6	45,8	0,778
7	7,5	7,8	0,803	37	47,1	48,4	0,777
8	8,0	8,3	0,802	38	49,7	51,1	0,776
9	8,6	8,9	0,801	39	52,5	53,9	0,775
10	9,2	9,5	0,800	40	55,3	56,8	0,775
11	9,8	10,2	0,799	41	58,4	59,9	0,774
12	10,5	10,9	0,798	42	61,5	63,1	0,774
13	11,2	11,6	0,798	43	64,8	66,5	0,772
14	12,0	12,4	0,797	44	68,3	70,1	0,771
15	12,8	13,2	0,796	45	71,9	73,7	0,770
16	13,6	14,1	0,795	46	75,7	77,6	0,770
17	14,5	15,0	0,794	47	79,6	81,6	0,769
18	15,5	16,0	0,793	48	83,7	85,8	0,768
19	16,5	17,0	0,792	49	88,0	90,2	0,767
20	17,5	18,1	0,792	50	92,5	94,8	0,766
21	18,7	19,2	0,791	51	97,2	99,6	0,765
22	19,8	20,4	0,790	52	102,1	104,6	0,764
23	21,1	21,7	0,789	53	107,2	109,8	0,764
24	22,4	23,1	0,788	54	112,5	115,2	0,763
25	23,8	24,5	0,787	55	118,0	120,9	0,762
26	25,2	26,0	0,787	56	123,8	126,7	0,761
27	26,7	27,5	0,786	57	120,8	132,9	0,76
28	28,4	29,2	0,785	58	136,0	139,2	0,759
29	30,1	30,9	0,784	59	142,5	145,9	0,758
30	31,8	32,8	0,783	60	149,3	152,8	0,758

Sumber : *Steam Table from Perry's Chemical Engineering Handbook*, 1986.

CATATAN Tabel ini digunakan untuk mencari nilai ρ etanol.

Lampiran B
(normatif)
Pelaporan

Catat minimal hal-hal sebagai berikut pada lembar kerja.

- 1) Parameter yang diukur.
- 2) Nama petugas.
- 3) Tanggal pengukuran.
- 4) Data pengambilan contoh uji.
- 5) Data kegiatan proses.
- 6) Hasil pengukuran contoh uji.



Bibliografi

Kep-205/BAPEDAL/07/1996 tentang Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara Sumber Tidak Bergerak. BAPEDAL

Perry, 1986, *Chemical Engineering Handbook*, Mc. Graw Hill, USA.









BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id